

## Identifikasi Senyawa Metabolit Sekunder Ekstrak Etanol Cangkang Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.)

Astria Endesei<sup>1</sup>, Yuszda K. Salimi<sup>2\*</sup>, Netty Ino Ischak<sup>3</sup>, Ahmad Kadir Kilo<sup>4</sup>, Hendri Iyabu<sup>5</sup>, La Ode Aman<sup>6</sup>

<sup>1-5</sup>Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Gorontalo, Indonesia

<sup>6</sup>Jurusan Farmasi, Fakultas Olahraga dan Kesehatan, Universitas Negeri Gorontalo, Indonesia

Alamat: Jln. Prof. Ing. B.J. Habibie, Moutong, Kec, Tilangkabila, Kabupaten Bone Bolango, Gorontalo 96119

Korespondensi penulis: [yuszda.salimi@ung.ac.id](mailto:yuszda.salimi@ung.ac.id)\*

**Abstract.** This study aimed to identify the secondary metabolite compounds present in the ethanol extract of *Plukenetia volubilis* L. (sacha inchi) shells through phytochemical screening and LC-MS analysis. The extraction was performed using the maceration method with 95% ethanol as solvent, resulting in a yield of 47.33%. Qualitative phytochemical tests revealed the presence of alkaloids, flavonoids, tannins, terpenoids, saponins, and glycosides in the extract. Further LC-MS analysis tentatively identified several phenolic and flavonoid compounds with known biological activities, including sinapinic acid, 1-o-sinapoylglucose, and azelaic acid from the dicarboxylic acid group. The presence of these compounds highlights the potential of sacha inchi shell extract as a natural antioxidant and antidiabetic agent. These findings support the valorization of sacha inchi agricultural waste as a promising raw material for pharmaceutical and nutraceutical applications.

**Keywords:** sacha inchi shells, phytochemical screening, LC-MS, secondary metabolite compounds

**Abstrak.** Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam ekstrak etanol cangkang *Plukenetia volubilis* L. (sacha inchi) melalui uji skrining fitokimia dan analisis LC-MS. Proses ekstraksi dilakukan menggunakan metode maserasi dengan pelarut etanol 95%, menghasilkan rendemen sebesar 47,33%. Uji fitokimia secara kualitatif menunjukkan bahwa ekstrak mengandung senyawa alkaloid, flavonoid, tanin, terpenoid, saponin, dan glikosida. Analisis lanjutan menggunakan LC-MS berhasil mengidentifikasi secara tentatif beberapa senyawa fenolik dan flavonoid yang memiliki potensi aktivitas biologis, di antaranya sinapinic acid, 1-o-sinapoylglucose, serta azelaic acid dari golongan asam dikarboksilat. Keberadaan senyawa-senyawa ini menunjukkan potensi ekstrak cangkang sacha inchi sebagai agen antioksidan dan antidiabetik alami. Hasil penelitian ini membuka peluang pemanfaatan limbah pertanian sacha inchi menjadi bahan baku alternatif bernilai tinggi dalam bidang farmasi dan nutraseutikal.

**Kata kunci:** cangkang sacha inchi, skrining fitokimia, LC-MS, senyawa metabolit sekunder.

### 1. LATAR BELAKANG

Tanaman sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) adalah tanaman yang masuk dalam famili euphorbiaceae termasuk dalam keluarga kacang-kacangan yang pertama kali tumbuh di Peru kemudian berkembang dan banyak tumbuh di wilayah Amerika Selatan yang dimanfaatkan masyarakat sejak 3000 tahun lalu sebagai campuran bahan baku kosmetik makanan dan sebagai obat-obatan (Irtamelia & Roni et al., 2019). Seiring berjalannya waktu, tanaman ini telah dikembangkan di berbagai negara sebagai tanaman herbal yang dikonsumsi oleh masyarakat negara tersebut dan diperdagangkan secara komersial antara lain di negara dibudidayakan di beberapa negara Asia seperti China, Thailand, Vietnam, Kamboja, Laos (Thi et al., 2023).

Belakangan ini para petani dan masyarakat Indonesia, khususnya di Gorontalo, baru mengenal tanaman sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.). Protein berkualitas tinggi, asam lemak

omega-3 dan omega-6 yang seimbang, serat, vitamin, dan mineral merupakan beberapa senyawa yang terdapat pada tanaman sacha inchi (*Plukenetia volubilis L.*). Ada banyak manfaat kesehatan penting yang terkait dengan tanaman sacha inchi (*Plukenetia volubilis L.*). Tanaman sacha inchi (*Plukenetia volubilis L.*) diketahui memiliki beberapa manfaat kesehatan yang signifikan. Asam lemak omega-3 membantu meningkatkan kesehatan jantung dan otak, sementara protein dan serat mendukung pertumbuhan otot dan pencernaan yang sehat. Biji yang mengandung asam lemak omega-3, protein, dan serat, sacha inchi memberi manfaat kesehatan yang signifikan (Ningrat & Pamungkas et al., 2024). Tanaman sacha inchi (*Plukenetia volubilis L.*) pada daun mengandung antioksidan dan dapat dikonsumsi sebagai sayuran (Sari et al., 2024). Pada tanaman sacha inchi (*Plukenetia volubilis L.*) terdapat cangkang yang hanya dibuang sebagai limbah sedangkan pada penelitian kittibunchakul et al., (2022) cangkang sacha inchi memiliki terdapat kandungan kimia yaitu protein, asam amino esensial, mineral, vitamin E, sumber minyak yang baik, dan memiliki kandungan fenolik yang sangat tinggi sehingga mampu dijadikan sebagai pengobatan

Tanaman sacha inchi (*Plukenetia volubilis L.*) adalah tanaman yang masuk dalam famili euphorbiaceae termasuk dalam keluarga kacang-kacangan yang memiliki nama lain kacang inchi atau kacang incha merupakan tanaman tahunan yang pertama kali tumbuh di Peru kemudian berkembang dan banyak tumbuh di wilayah Amerika Selatan Seiring berjalannya waktu, tanaman ini telah dikembangkan di berbagai negara sebagai tanaman herbal yang dikonsumsi oleh masyarakat negara tersebut dan diperdagangkan secara komersial antara lain di negara dibudidayakan di beberapa negara Asia seperti China, Thailand, Vietnam, Kamboja, Laos (Thi et al., 2023). Tanaman sacha inchi (*Plukenetia volubilis L.*) termasuk dalam famili Euphorbiaceae. tanama ini di kembang di berbagai negar di amerika di atas permukaan laut, antara 200 dan 2000 meter (Lemus-Conejo et al., 2024). Tanaman sacha inchi (*Plukenetia volubilis L.*) berbentuk bintang menyerupai buah almond, buah muda berwarna hijau dan buah tua berwarna coklat kehitaman dengan cangkang kulit berwarna hijau kecoklatan yang berisi daging, buah, dan biji berbentuk lonjong. Satu bintang berukuran 1,8×0,8×1,6 cm mampu menampung empat hingga lima biji (Sumartono et al., 2024).

Belakangan ini para petani dan masyarakat Indonesia, khususnya di Gorontalo, baru mengenal tanaman sacha inchi (*Plukenetia volubilis L.*) . Protein berkualitas tinggi, asam lemak omega-3 dan omega-6 yang seimbang, serat, vitamin, dan mineral merupakan beberapa senyawa yang terdapat pada tanaman sacha inchi (*Plukenetia volubilis L.*). Ada banyak manfaat kesehatan penting yang terkait dengan tanaman sacha inchi (*Plukenetia volubilis L.*). Tanaman sacha inchi (*Plukenetia volubilis L.*) diketahui memiliki beberapa manfaat kesehatan

yang signifikan. Asam lemak omega-3 membantu meningkatkan kesehatan jantung dan otak, sementara protein dan serat mendukung pertumbuhan otot dan pencernaan yang sehat. Biji yang mengandung asam lemak omega-3, protein, dan serat, sachachi memberi manfaat kesehatan yang signifikan (Ningrat & Pamungkas et al., 2024). Tanaman sachachi (*Plukenetia volubilis* L.) pada daun mengandung antioksidan dan dapat dikonsumsi sebagai sayuran (Sari et al., 2024). Pada tanaman sachachi (*Plukenetia volubilis* L.) terdapat cangkang yang hanya dibuang sebagai limbah sedangkan pada penelitian Kittibunchakul et al., (2022) cangkang sachachi memiliki terdapat kandungan kimia yaitu protein, asam amino esensial, mineral, vitamin E, sumber minyak yang baik, dan memiliki kandungan fenolik yang sangat tinggi sehingga mampu dijadikan sebagai pengobatan.

## 2. KAJIAN TEORITIS

Sachachi (*Plukenetia volubilis* L.) memiliki nama lain kacang inchi atau kacang incha merupakan tanaman tahunan umum yang di Amerika Selatan yang termasuk dalam famili Euphorbiaceae. tanaman ini di kembangkan di berbagai negara di Amerika di atas permukaan laut, antara 200 dan 2000 meter (Lemus-Conejo et al., 2024). Tanaman sachachi (*Plukenetia volubilis* L.) berbentuk bintang menyerupai buah almond, buah muda berwarna hijau dan buah tua berwarna coklat kehitaman dengan cangkang kulit berwarna hijau kecoklatan yang berisi daging, buah, dan biji berbentuk lonjong. Satu bintang berukuran  $1,8 \times 0,8 \times 1,6$  cm mampu menampung empat hingga lima biji (Sumartono et al., 2024).



**Gambar 1.** Biji (kanan) dan Cangkang (kiri) Sachachi (*Plukenetia volubilis* L.)

### Kandungan Senyawa Kimia Sachachi (*Plukenetia volubilis* L.)

*Plukenetia volubilis* L. atau Sachachi merupakan tanaman dari wilayah Amazon yang telah menarik perhatian karena kandungan gizinya, khususnya asam lemak tak jenuh dan senyawa bioaktif lainnya (Goyal et al., 2022; Wang et al., 2018). Beberapa penelitian menyebutkan bahwa ekstrak biji tanaman ini berpotensi memberikan efek antioksidan, antiinflamasi, dan antidiabetik (Yanti et al., 2022). Merupakan tanaman yang menjanjikan yang

sangat kaya akan minyak asam lemak omega-3 dan omega-6 yang seimbang dan protein berkualitas tinggi, serta vitamin, dan mineral (Samrit et al., 2024). Omega-3 yang terkandung membantu meningkatkan kesehatan jantung dan otak, dan protein dan serat yang terkandung mendukung pertumbuhan otot dan pencernaan yang sehat (Ayu Andayani et al., 2024). Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.). Tanaman sachu inchi mengandung asam linoleat, asam  $\alpha$ -linolenat dan senyawa tokoferol yang paling tinggi dibandingkan tanaman kacang lain. Asam lemak yang unik asam lemak tak jenuh ganda seperti senyawa asam  $\alpha$ -linoleat, dan asam linolenat yang dikenal dengan nama lain  $\omega$ -3, yang terkandung adalah asam lemak yang memiliki rantai esensial yang panjang asam linoleat dan asam  $\alpha$ -linolenat berperan sebagai anti-inflamasi, anti-obesitas, antidiabetes, antihipertensi, dan anti-dislipidemia (Lestari et al., 2022). Serta mengandung arginin, asam oleat, Cu, Mn, Fe, Zn, senyawa fenol, tanin, stigmasterol, kampesterol, dan sitosterol (Setyawati et al., 2024). Minyak mengandung asam  $\alpha$ -linolenat, protein, dan komponen bioaktif lainnya yang tinggi (En Chenong et al., 2024). Minyak biji sachu inchi (*Plukenetia volubilis* L.) memiliki aktivitas antioksidan yang signifikan juga melaporkan bahwa senyawa bioaktif yang terkandung dalam minyak biji sachu inchi (*Plukenetia volubilis* L.) berpotensi untuk bertindak sebagai antioksidan, termasuk vitamin E, vitamin A, tanin, fitosterol, senyawa fenolik, dan terpenoid. Minyak biji sachu inchi (*Plukenetia volubilis* L.) memiliki banyak asam lemak tak jenuh, seperti omega-3, omega-6, dan omega-9. Vitamin E bertindak sebagai agen anti-inflamasi, antioksidan, dan kardioprotektif (Cárdenas et al., 2021). Serta memiliki senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid, steroid, dan triterpenoid (Maya et al., 2023). Bijinya juga mengandung beberapa asam amino esensial, termasuk leusin, tirosin, isoleusin, lisin, dan triptofan (Wijaya et al., 2024). Pada daun mengandung antioksidan dan dapat dikonsumsi sebagai sayuran (Sari et al., 2024). Hasil uji fitokimia menunjukkan ekstrak etanol daun sachu inchi (*Plukenetia volubilis* L.) mengandung alkaloid, flavonoid, triterpenoid, tanin dan saponin (Nhung & Quoc et al., 2024). Cangkang sachu inchi (*Plukenetia volubilis* L.) memiliki banyak senyawa bioaktif seperti tannin asam fenolik flavonoid mirip dengan bijinya. Asam lemak dominan yang terdeteksi pada cangkangnya adalah asam linoleat dengan sedikit tokoferol. Cangkang sachu inchi (*Plukenetia volubilis* L.) mengandung serat kasar yang tinggi, mengandung kandungan lemak dan energi yang lebih tinggi kandungan protein dan lemak lebih rendah (Kittibunchakul et al., 2022).

## **Senyawa Metabolit sekunder**

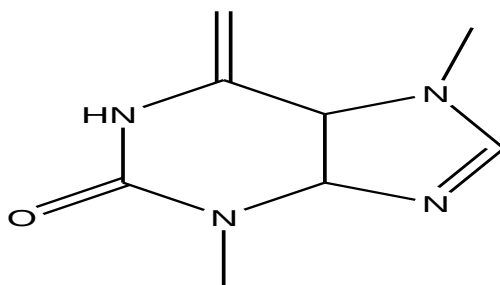
### **Analisis Kualitatif**

Analisis yang berkaitan dengan identifikasi atau pengelompokan komponen atau zat, serta ada tidaknya unsur atau zat dalam suatu sampel disebut analisis kualitatif. Identifikasi keberadaan atau komposisi zat tanpa mengkuantifikasi kuantitasnya, analisis kualitatif berupaya memisahkan dan mengidentifikasi komponen atau elemen yang ada dalam suatu sampel. Teknik yang digunakan dalam analisis kualitatif memiliki kompleksitas yang bervariasi, bergantung pada sifat sampelnya. Dalam beberapa kasus, hanya diperlukan verifikasi keberadaan unsur atau kelompok tertentu sehingga dapat dilakukan uji khusus yang dapat diterapkan langsung pada sampel. (misalnya uji fitokimia). Seringkali sampel merupakan campuran yang kompleks, dan analisis sistematis harus dilakukan agar semua unsur dapat diidentifikasi (Azizah et al., 2019)

Uji fitokimia adalah uji digunakan untuk mendeteksi dan mengidentifikasi senyawa kimia dalam sampel tanaman yang dikenal dengan uji metabolit sekunder, senyawa alkaloid, flavonoid, tannin, terpenoid, dan saponin dan glikosida. Uji pendahuluan yang disebut skrining fitokimia digunakan untuk mengetahui apakah sampel tanaman mengandung bahan aktif (Puangpronpitag et al., 2021). Sebagai langkah awal dalam mengidentifikasi golongan senyawa kimia yang menunjukkan aktivitas biologis pada suatu tumbuhan, uji fitokimia digunakan untuk mengidentifikasi senyawa tumbuhan menurut kelasnya. Teknik ekstraksi dan pemilihan pelarut merupakan faktor penting yang mempengaruhi prosedur uji fitokimia. Bahan kimia aktif tumbuhan tidak dapat ditarik secara lengkap dan benar jika menggunakan pelarut yang salah (Indratmoko et al., 2017). Uji alkaloid, saponin, flavonoid, tanin, terpenoid, dan glikosida termasuk di antara uji fitokimia yang dilakukan dalam penelitian ini. Uji ini dilakukan sebagai tes pendahuluan sebelum dilakukan uji yang lain (Ramadhan et al., 2024).

### **Uji Alkaloid**

Alkaloid adalah salah satu senyawa zat alami yang banyak ditemukan di lingkungan yang ada pada tumbuhan. Senyawa ini biasanya memiliki sifat basa karena memiliki satu atom nitrogen, yang sering ditemukan pada cincin heterosiklik (Iskandar et al., 2020). Struktur kimia alkaloid ditunjukkan pada Gambar 2.2.

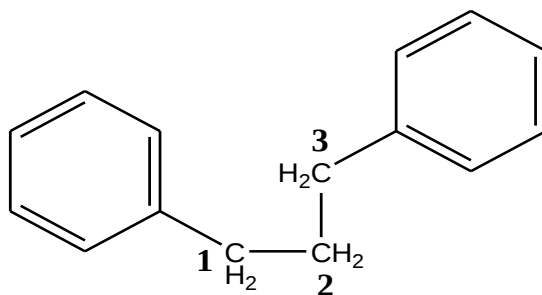


**Gambar 2.** Struktur Kimia Alkaloid

Atom nitrogen terdapat dalam struktur alkaloid, yang merupakan zat basa. Karena alkaloid bersifat basa, alkaloid biasanya diekstraksi menggunakan pelarut asam. Asam amino berfungsi sebagai bahan kimia yang terlibat dalam produksi alkaloid. Dimasukkannya nitrogen, yang memungkinkan alkaloid menyaring basa, membedakan alkaloid dari senyawa kompleks lainnya dengan berbagai struktur (Ramadhan et al., 2024). Karena alkaloid bersifat basa dan mengandung atom nitrogen, asam klorida harus ditambahkan untuk mengekstraknya.

### Uji Flavonoid

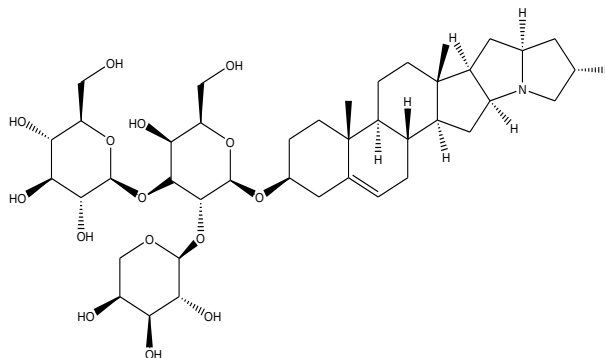
Senyawa flavonoid memiliki atom karbon 15 atau lebih terbagi menjadi 3 cincin karbon yang disebut dengan struktur  $C_6-C_3-C_6$ . Dua cincin aromatik dikenal sebagai cincin aromatik dengan substituen hidroksil atau metoksi dan cincin aromatik yang memiliki gugus hidroksil atau substitusi lainnya dihubungkan oleh rantai tiga karbon yang biasanya membentuk cincin heterosiklik (Arifin & Ibrahim et al., 2018). Flavonoid termasuk fenol, sejenis sel induk yang memiliki banyak gugus  $-OH$  dan perbedaan kerapatan elektron yang tinggi, sehingga menghasilkan silika polar. Senyawa golongan ini mudah terdistorsi dalam formulasi etanol yang bersifat polar karena adanya gugus hidroksil, maka ikatan hidrogen dapat terbentuk menjadi aglikonnya, yaitu dengan menghidrolisis O-glikosil. Glikosil akan tergantikan oleh  $H^+$  dari asam karena sifatnya yang elektrofilik. Penambahan serbuk Mg dan HCl pekat dapat menghasilkan senyawa kompleks yang berwarna merah atau jingga pada flavonol, flavanon, flavanonol dan xanton. Uji flavonoid ditandai dengan perubahan hasilnya berwarna merah, kuning atau jingga, pada lapisan amil alkohol maka positif mengandung flavonoid. Struktur kimia flavonoid ditunjukkan pada Gambar 2.3.



**Gambar 3.** Struktur Kimia Flavonoid

### Uji Saponin

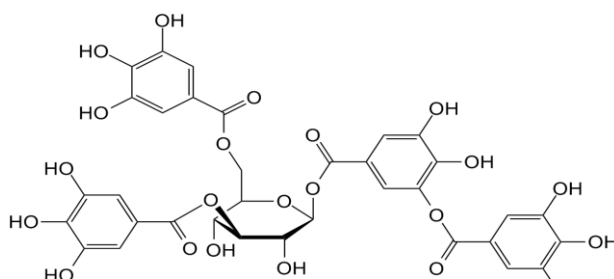
Saponin adalah senyawa yang mempunyai karakteristik berupa kemampuan membentuk busa karena struktur kimia yang amfipatik (memiliki bagian hidrofilik dan hidrofobik) dan mengandung aglikon polisiklik yang berikatan dengan satu atau lebih gula (Suleman et al., 2022). Struktur kimia saponin ditunjukkan pada gambar 2.4.



**Gambar 4.** Struktur Kimia Saponin

### Uji Tanin

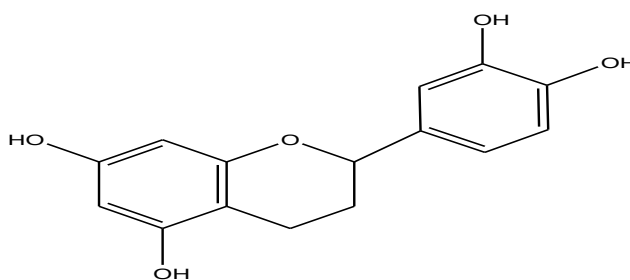
Tanin merupakan senyawa polifenol yang memiliki berat molekul tinggi tersusun dari banyak gugus hidroksil (-OH) besar yang tergabung dalam struktur karbohidrat dan protein. Tanin merupakan zat basa alami yang banyak ditemukan pada tumbuhan, yang merupakan anggota kelompok polifenol (Simbolon et al., 2021). Struktur kimia tanin ditunjukkan pada gambar 2.5.



**Gambar 5.** Struktur Kimia Tanin

## Uji Terpenoid

Terpenoid adalah bahan penginderaan organik yang berasal dari isoprena, yang merupakan atom karbon yang terikat kuat. Senyawa terpena juga disebut sebagai isoprenoid. Asam karboksilat dan esternya, glikosida, aldehida, keton, eter, hidrokarbon, senyawa terpena mendominasi di alam (Robby et al., 2022). Struktur kimia terpenoid ditunjukkan pada gambar 2.6.



**Gambar 6.** Struktur Kimia Terpenoid

Terpenoid dapat dengan mudah dikendalikan dengan mengoksidasi bahan kimia dan rentan terhadap reaksi polimerisasi dan dehidrogenase. Hasil yang baik untuk keberadaan terpenoid ditunjukkan dengan terbentuknya warna coklat kemerahan atau jingga kemerahan pada wajah pada saat pengujian terpenoid. Untuk membedakan golongan steroid terpenoid dengan golongan lainnya, ditambahkan 1-2 tetes asam asetat glasial ke dalam pengujian bersama dengan asam sulfat pekat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ).  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ditambahkan dengan tujuan untuk memutus ikatan senyawa. Cincin coklat kemerahan akan muncul pada sampel ketika ikatan gula putus, menunjukkan adanya steroid bebas. Dasar dari pengujian ini adalah kapasitas molekul steroid dan terpenoid dalam menghasilkan warna  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat dan pada pelarut asetat glasial yang membentuk warna jingga (Puspa et al., 2017). Dengan menggunakan uji Salkowski untuk menguji bahan kimia terpenoid, hasilnya menunjukkan adanya terpenoid dalam ekstrak sebagai dua fase yang terbentuk dengan terciptanya warna coklat kemerahan. Karena kondensasi melepaskan air dan dikombinasikan dengan karbokation, pengujian tersebut memberikan hasil positif. Gugus hidrogen dan pendukungnya dilepaskan pada awal reaksi, yang menggerakkan ikatan rangkap.

## Uji Glikosida

Glikosida adalah jenis metabolit sekunder yang dibedakan dari gula primer melalui ikatan glikosida. Pada bagian gula dari glikosida yang bergabung dengan atom C, anomer menciptakan ikatan glikosida. Glikosida dapat diikat oleh atom O- (O-glikosida), N- (amina

glikosida), S- (tioglikosida), dan C- (C-glikosida). Glikon atau genin adalah separuh glikosida lainnya, sedangkan glikon adalah separuh lainnya. Satu gula (monosakarida) atau banyak unit gula (oligosakarida) dapat membentuk glikon (Cahyani et al., 2019). Jenis glikon, aglikon, dan ikatan glikosidik digunakan untuk mengkategorikan glikosida. Glikosida adalah zat polar yang dapat dideteksi dalam pelarut n-Butanol. Ikatan gula dikenal sebagai ikatan glikosidik yang dibentuk glikosida dengan aglikonnya memengaruhi polaritasnya. Oleh karena itu, ikatan glikosidik akan terganggu jika molekul glikosida dihidrolisis (Abuelizz et al., 2019).

### 3. METODE PENELITIAN

#### Alat dan Bahan

##### Alat

Blender merk Philips, toples kaca, timbangan analitik, oven elektrik, rotary evaporator, timbangan analitik, ekstrak cangkang sachinchi, ayakan, penyaring vakum, peralatan gelas, gelas porselen, pembakar bunsen, hot plate, desikator, penjepit, penjepit, kjehdhal labu, kertas saring, labu evaporasi, pipet, buret, gelas ukur, Erlenmeyer, sudip, pipet volume, corong Buchner, batang pengaduk, cawan Petri, tungku peredam, alat sokhlet, corong, dan alat destilasi

##### Bahan

Bahan utama yang digunakan cangkang sachinchi dikumpulkan dari perkebunan di desa Tabongo. Analisis pro etanol, kertas saring,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , Aquadest,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NaOH}$ , serbuk magnesium,  $\text{HCL}$ , asetat anhidrat, kloroform  $\text{FeCl}_3$ , pereaksi mayer, pereaksi dragendroff.

##### Preparasi Sampel

Sampel biji sachinchi diambil dari perkebunan desa Tabongo, dipisahkan antara cangkang dan isinya. Sebanyak 1 kilogram cangkang sachinchi (*Plukenetia volubilis L.*) dikumpulkan, dicuci bersih dengan air mengalir, ditiriskan, lalu dijemur selama 14 hari. Untuk mendapatkan sampel cangkang sachinchi yang lebih kecil, haluskan menggunakan mortar hingga lebih kecil. Kemudian diayak dan dimasukkan ke dalam wadah steril yang tertutup rapat.

## Pembuatan Ekstrak Etanol Cangkang Sacha Inchi (*Plukenetia Volubilis* L.)

### Tahap Ekstraksi

Sampel cangkang sachu inchi (*Plukenetia volubilis* L.) diekstraksi dengan metode maserasi dengan menggunakan pelarut etanol hingga sampel terendam seluruhnya. Untuk mengekstraksi cangkang biji sachu inchi (*Plukenetia volubilis* L.), etanol pro-analisis 95% ditambahkan ke dalam toples berisi sampel. Hal ini dilakukan sebanyak dua kali, yaitu merendam sampel pada suhu kamar (25–27 °C) hingga terendam seluruhnya dalam maserasi selama 24 jam. Setelah proses maserasi selesai, filtrat diperoleh dengan cara disaring hingga pekat menggunakan rotary evaporator yang diatur pada suhu 40°C untuk menguapkan pelarut dan menghasilkan ekstrak kental cangkang biji sachu inchi (*Plukenetia Volubilis* L.).

Ekstrak kental cangkang sachu inchi (*Plukenetia volubilis* L.) kemudian dilakukan analisis rendemen, uji fitokimia ekstrak etanol cangkang, uji inhibisi  $\alpha$ -Glukosidase menggunakan uji spektrofotometri Uv-Vis.

### Analisis Rendemen

Wadah yang telah ditimbang digunakan untuk menimbang hasil ekstraksi. Berat kering bahan digunakan untuk menghitung persentase hasil dengan menggunakan rumus berikut:

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{\text{berat akhir sampel (a)}}{\text{berat awal sampel (a)}} \times 100\%$$

## Uji Analisis Fitokimia Kualitatif Metabolit Sekunder Ekstrak Etanol Cangkang Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.)

### Uji Alkaloid

Alkaloid dideteksi menggunakan uji dragendroff dan uji dengan pereaksi mayer. Ekstrak etanol cangkang sachu inchi sebanyak (2 ml) dilakukan perendaman dengan asam klorida encer (0,1 M) sebanyak 2 ml selama 2 jam kemudian disaring dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Kemudian ditambahkan 1 ml pereaksi Dragendroff atau dengan pereaksi mayer. Endapan berwarna oranye kecokelatan yang terbentuk dari bahan kimia alkaloid merupakan tanda tes positif.

### Uji Flavonoid

Flavonoid dideteksi dengan menambahkan asam klorida pekat. 4 ml ekstrak etanol cangkang Sachu inchi, ditambahkan 100 ml aquadest dan dipanaskan selama 15 menit lalu

disaring. Diambil 5 ml filtrat kemudian ditambahkan 0,05 g serbuk Mg dan 5 ml HCl pekat ditambahkan amil alkohol kemudian, kocok campuran tersebut dengan baik. Senyawa flavonoid yang berwarna merah, kuning atau jingga pada lapisan amil alkohol menunjukkan hasil uji senyawa flavonoid yang positif.

### ***Uji Tanin***

Uji besi klorida digunakan untuk mengidentifikasi senyawa tanin. Ekstrak etanol cangkang sacha inchi sebanyak (4 ml) dilarutkan dalam aquadest 100 ml dididihkan selama 15 menit dan disaring ditambahkan 3 tetes larutan besi klorida 5% ditambahkan ke filtrat. Adanya senyawa tanin ditunjukkan jika timbul endapan hitam kehijauan.

### ***Uji Saponin***

Saponin diidentifikasi dengan cara mengencerkan ekstrak. Ekstrak etanol cangkang sacha inchi sebanyak (2 ml) diencerkan dengan aquadest (100 ml) dididihkan selama 5 menit kemudian dikocok dalam tabung reaksi selama 10 detik. Adanya senyawa saponin ditunjukkan dengan adanya lapisan busa (sekitar 1 sentimeter).

### ***Uji Terpenoid***

Uji salkowski digunakan untuk mendeteksi terpenoid. Ekstrak etanol cangkang sacha inchi (2 ml) di maserasi dengan kloroform (2 ml) selama 2 jam kemudian di saring kemudian ditambahkan asam sulfat pekat 2 tetes dan 2 tetes Asetat glasial untuk membentuk lapisan. Terbentuk warna coklat kemerahan atau jingga kemerahan pada bagian muka menandakan hasil positif adanya senyawa terpenoid.

### ***Uji Glikosida***

Uji glikosida menggunakan (tes keller-killiani) ekstrak (2 ml) dicampur dengan asam asetat glasial (2 ml) ditambahkan  $\text{FeCl}_3$  beberapa tetes dan hasilnya ditentukan dengan penambahan asam sulfat pekat sebanyak 2 tetes. Hasil yang baik untuk keberadaan glikosida ditunjukkan jika cincin coklat permukaan pada antarmuka berubah tampilannya.

### Identifikasi metabolit sekunder ekstrak etanol dengan Liquid Chromatography–Mass Spectrometry (LC-MS)

Sampel ekstrak etanol dari biji Sacha Inchi dianalisis menggunakan instrumen LC-MS dengan mode ion negatif  $[M-H]^-$ . Data yang diperoleh dianalisis berdasarkan waktu retensi (RT), rasio massa terhadap muatan ( $m/z$ ), dan formula molekul. Identifikasi senyawa dilakukan secara tentatif dengan membandingkan data dengan literatur yang relevan.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Ekstraksi Ekstrak Etanol Cangkang Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.).

Ekstrak etanol cangkang sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) menunjukkan hasil perhitungan analisis rendemen ekstrak etanol cangkang sacha inchi sebanyak 1 Kg dikeringkan selama waktu  $\pm 14$  hari dilakukan dengan metode maserasi. Dimaserasi dengan 2800 mL etanol 95% dengan lamanya perendaman 1 x setiap 24 jam. Dilakukan diuapkan pada suhu 40-50 oC menggunakan evaporasi sehingga diperoleh ekstrak berwarna kuning. Data hasil penelitian pada Tabel perhitungan analisis rendemen menunjukkan bahwa ekstrak etanol cangkang sacha inci menghasilkan rendemen 47,3287 %.

### Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol Cangkang Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.).

Ekstrak Etanol Cangkang Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) menunjukkan hasil uji skrining fitokimia secara kualitatif dilakukan untuk memberikan gambaran keberadaan fitokimia tentang golongan senyawa metabolit sekunder tertentu yang terkandung dalam ekstrak etanol 95% cangkang sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.). Tujuan dilakukan uji fitokimia agar diketahui metabolit sekunder pada sampel sehingga bisa dilakukan uji penghambatan enzim. Hasil skrining fitokimia menunjukkan bahwa ekstrak etanol 95% cangkang sacha inchi terdapat senyawa golongan alkaloid, terpenoid, saponin, tanin, flavonoid dan glikosida.

**Tabel 1.** Hasil uji fitokimia ekstrak cangkang sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.)

| No | Skrining Fitokimia | Pereaksi                             | Perubahan dengan pereaksi                  |               |
|----|--------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------|---------------|
| 1  | Flavonoid          | HCl pekat + Pekat                    | Kuning                                     | (+) flavonoid |
|    |                    | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> pekat | Kening Jingga                              | (+) flavonoid |
|    |                    | Amil alkohol                         | Jingga kemerahan pada lapisan amil alkohol | (+) flavonoid |
|    |                    | Dragendorf                           | Coklat + terdapat endapan                  | (+) alkaloid  |

|   |           |                                                                                              |                                                     |                                |
|---|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------|
| 2 | Alkaloid  | Mayer                                                                                        | Jingga + terdapat Endapan                           | (+) alkaloid                   |
| 3 | Tanin     | FeCl <sub>3</sub>                                                                            | Kehijauan                                           | (+) tanin                      |
| 4 | Terpenoid | Kloroform<br>Asam sulfat pekat +<br>H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> pekat + asetat<br>glasial | Cincin berwarna coklat<br>Coklat jingga<br>kemeahan | (+) terpenoid<br>(+) terpenoid |
| 5 | Saponin   | H <sub>2</sub> O panas                                                                       | Terbentuk busa                                      | (+) saponin                    |
| 6 | Glikosida | FeCl <sub>3</sub> + Asam sulfat<br>pekat + Asetat glasial                                    | Coklat kehitaman                                    | (+) glikosida                  |

**Uji Alkaloid**

a

**Uji Terpenoid**

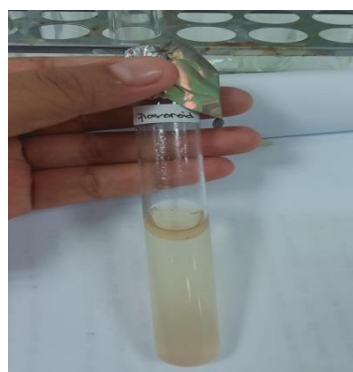
b

**Uji Glikosida**

c

**Uji Tanin**

d

**Uji Flavonoid**

e

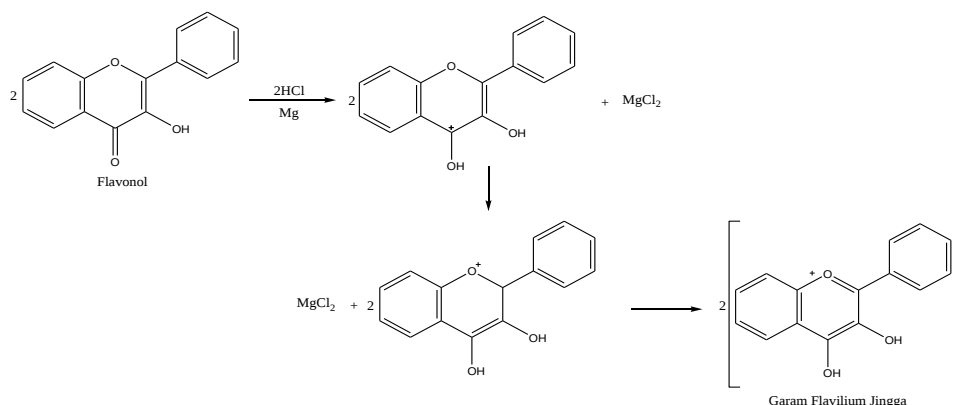
**Uji Saponin**

f

**Gambar 7.** Hasil uji screening fitokimia ekstrak etanol cangkang sacha inchi (a) uji alkaloid, (b) uji terpenoid, (c) uji glikosida, (d) uji tanin, (e) uji flavonoid, (f) uji saponin.

## Uji Flavonoid

Pada scrining fitokimia uji flavonoid ekstrak cangkang sachu inchi (*Plukenetia volubilis* L.) didapatkan hasil positif yang ditandai dengan adanya perubahan dari warna kuning menjadi jingga kemerahan di bagian atas setelah direaksikan dengan larutan HCl dan amil alcohol. Menandakan bahwa ekstrak etanol cangkang sachu inchi memiliki hasil positif uji flavonoid. Hal ini bertentangan dengan pengujian yang dilakukan (Musfiroh et al., 2023) yang tidak terjadinya perubahan reaksi apapun karena kemungkinan terjadinya kesalahan atau ada zat kontaminan pada sampel atau perbedaan sampel. Berbeda dengan pengujian yang dilakukan (Kurang, 2020) yang mendapatkan hasil positif uji flavonoid terbentuknya warna lapisan atas berwarna kekuningan dan jingga yang menandakan adanya kandungan flavonoid. Pada penelitian minyak biji sachu inchi hasil skrining fitokimia minyak biji sachu inchi positif mengandung flavonoid (Maya et al., 2023). Kandungan senyawa flavonoid dan fenolik yang terkandung flavonoid mempunyai sifat antioksidan yang kuat dalam pengobatan. Reaksi antara flavonoid dengan HCl dan serbuk magnesium (Mg) dilihat pada Gambar 4.1.



**Gambar 8.** Reaksi Flavonoid Dengan HCl Pekat Dan Logam Mg (Yanti & Vera, 2019)

## Uji Alkaloid

Pada uji alkaloid apabila terbentuk endapan berwarna jingga coklat menunjukkan adanya senyawa alkaloid. Pengujian ekstrak etanol cangkang sachu inchi (*Plukenetia volubilis* L.) memiliki hasil positif uji positif senyawa alkaloid yang ditandai dengan terbentuknya endapan. Pada pengujian alkaloid menggunakan pereaksi mayer menunjukkan hasil positif senyawa alkaloid yang ditunjukkan dengan terbentuknya endapan jingga. Menggunakan pereaksi dragendorff, senyawa alkaloid menandakan hasil positif yang ditunjukkan dengan terbentuk endapan coklat. Pada penelitian (Sari et al., 2024) uji menunjukkan hasil positif mengandung senyawa alkaloid pada ekstrak etanol daun sachu inchi (*Plukenetia volubilis* L.).

- **Pereaksi Mayer**

Pada pengujian alkaloid menggunakan pereaksi mayer menunjukkan hasil positif. Hasil positif senyawa alkaloid pada pereaksi mayer ditunjukkan dengan terbentuknya endapan jingga. Pada uji alkaloid terjadinya endapan jingga pada uji alkaloid menggunakan pereaksi mayer adalah karena nitrogen alkaloid akan bereaksi dengan ion logam kalium tetraiodomerkurat (II)  $K^+$  menghasilkan kompleks kalium-alkaloid, yang akan mengendap dan membentuk molekul kompleks (Raharjo & Anggraini, 2023). Pengujian alkaloid pada tanaman cangkang sachai inchi ekstrak, menunjukkan hasil positif alkaloid. Hasil positif alkaloid ditunjukkan perubahan warna menjadi jingga.

- **Pereaksi Dragendorff**

Pada pereaksi dragendorff, senyawa alkaloid menunjukkan hasil positif ditunjukkan dengan terbentuk endapan coklat pada sampel sachai inchi. jika suatu senyawa mengandung alkaloid, dengan pengujian menggunakan reagen dragendorff akan membentuk endapan berwarna coklat orange, atau jingga. Terbentuknya endapan berwarna jingga atau coklat orange pada sampel, disebabkan karena ion tetraiodobismut (III) akan berinteraksi dengan senyawa alkaloid (Sanjaya et al., 2022). mekanisme reaksi, reaksi hidrolisis dicegah dengan melarutkan bismut nitrat dalam asam klorida. Keseimbangan bergerak ke kiri ketika ion  $H^+$  asam klorida ditambahkan. Ion  $Bi^{3+}$  kemudian membentuk kompleks kalium tetraiodobismut dengan kalium iodida, yang selanjutnya berinteraksi dengan senyawa alkaloid menghasilkan endapan kalium-alkaloid berwarna coklat dan jingga (Iskandar, 2020).

## Uji Tanin

Senyawa golongan tanin dibagi menjadi dua golongan dan masing-masing golongan memberikan reaksi warna yang berbeda terhadap  $FeCl_3$ . Golongan tanin hidrolisis akan menghasilkan warna biru kehitaman dan tannin kondensasi akan menghasilkan warna hijau kehitaman. Pengujian tanin dilakukan dengan penambahan  $FeCl_3$ , pada saat penambahan  $FeCl_3$  bereaksi dengan salah satu gugus hidroksil yang ada pada senyawa tannin. Pada uji diperoleh hasil yaitu larutan berwarna hijau kehitaman yang menandakan bahwa ekstrak etanol cangkang sachai inchi (*Plukenetia volubilis L.*) positif mengandung positif senyawa tannin. Terbentuknya warna hijau kehitaman setelah ditambahkan dengan  $FeCl_3$  dikarenakan senyawa fenol yang terkandung akan membentuk senyawa kompleks dengan ion  $Fe^{3+}$ . Pada penelitian minyak biji sachai inchi hasil skrining fitokimia minyak biji sachai inchi positif mengandung

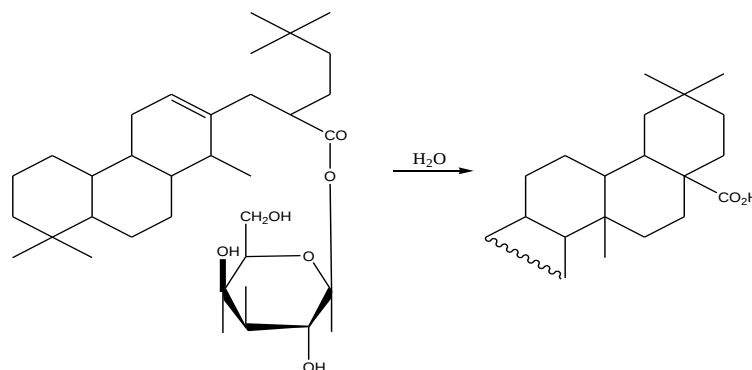
senyawa tanin (Maya et al., 2023). Pada penelitian (Chirinos et al., 2016) fenolik utama yang terdapat dalam cangkang sachu inchi adalah tanin terkondensasi menunjukkan bahwa proantosianidin (tanin terkondensasi) terlokalisasi di lapisan luar kulit biji dan memiliki kandungan endosperma jauh lebih tinggi. Tanin terkondensasi berpotensi sebagai antioksidan, kardioprotektif, antitumor, antibakteri, antivirus, antiinflamasi, dan antidiabetes (Chirinos et al., 2016).

### Uji Terpenoid

Terpenoid merupakan campuran unit isoprena yang dapat berupa rantai terbuka atau siklik dengan ikatan rangkap, gugus hidroksil, gugus karbonil, atau gugus fungsi lainnya. Dasar pengujian ini adalah kemampuan bahan kimia terpenoid dan steroid dalam menghasilkan warna dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat dan dengan pelarut glasial asetat sehingga membentuk warna jingga oranye (Faradiba & Nurkholidah et al., 2023). Berdasarkan hasil uji fitokimia, diketahui bahwa cangkang sachu inchi (*Plukenetia volubilis L.*) mengandung senyawa terpenoid yang ditandai terbentuk jingga kemerahan pada bagian muka adanya cincin merah pada cangkang sachu inchi. Pada penelitian (Maya et al., 2023) hasil skrining fitokimia minyak biji sachu inchi positif mengandung terpenoid. terpenoid menunjukkan sejumlah fungsi biologis sebagai obat antihiperlipidemik yang menghambat enzim alfa-glukosidase (Utami et al., 2023).

### Uji Saponin

Saponin merupakan zat fitokimia yang mengandung satu atau lebih aglikon polisiklik dan mempunyai kemampuan berbusa. Hasil uji saponin pada ekstrak etanol cangkang sachu inchi (*Plukenetia volubilis L.*) menunjukkan positif saponin yang dibuktikan dengan terbentuknya busa yang berlangsung sekitar lima belas menit. Karena komponen saponin mengandung gugus hidrofilik dan hidrofobik, maka pada pengujian saponin berbentuk busa. Busa akan timbul ketika gugus hidrofilik dan hidrofobik masing-masing berikatan dengan air dan udara selama pengocokan (Suleman et al., 2022). Reaksi yang terjadi antar senyawa saponin dilihat pada Gambar 4.5.



**Gambar 9.** Reaksi Uji Saponin.

### Uji Glikosida

Glikosida bersifat polar tersusun dari bagian glikon dan aglikon yang meliputi senyawa-senyawa alkoholik, fenolik, isotiosianat, flavonoid serta steroid (Yunita et al., 2019). Tanaman yang mengandung positif senyawa glukosida ditandai apabila terjadi perubahan penampilan cincin berwarna coklat di antarmuka yang ada pada permukaan. Berdasarkan hasil uji fitokimia, diketahui bahwa cangkang sachai inchi (*Plukenetia volubilis L.*) mengandung senyawa glikosida ditunjukkan dengan terbentuknya warna menjadi coklat pada permukaan yang menandakan ekstrak cangkang sachai inchi mengandung positif senyawaan glikosida. Pada penelitian ini (Julianto, 2019) mengatakan minyak biji sachai inchi mengandung positif senyawaan glikosida.

### Identifikasi Metabolit Sekunder dengan LC-MS

**Tabel 2.** Hasil Identifikasi Metabolit Sekunder

| RT (min) | m/z      | Rumus Molekul                                                | Nama Senyawa                               | Metabolit Sekunder |
|----------|----------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------|
| 4.31     | 385.1131 | C <sub>17</sub> H <sub>21</sub> O <sub>10</sub> <sup>-</sup> | 1-o-Sinapoylglucose                        | Fenolik            |
| 4.86     | 345.0978 | C <sub>18</sub> H <sub>17</sub> O <sub>7</sub> <sup>-</sup>  | 5,7-dihydroxy-3',4',5'-trimethoxyflavanone | Flavonoid          |
| 5.01     | 223.0607 | C <sub>11</sub> H <sub>11</sub> O <sub>5</sub> <sup>-</sup>  | Sinapinic acid                             | Fenolik            |
| 5.44     | 375.1078 | C <sub>19</sub> H <sub>19</sub> O <sub>8</sub> <sup>-</sup>  | (2R,3R)-3-Hydroxy-...chromen-4-one         | Flavonoid          |
| 5.84     | 375.1080 | C <sub>19</sub> H <sub>19</sub> O <sub>8</sub> <sup>-</sup>  | 5-Hydroxy-2-(3-hydroxy-...chromen-4-one    | Flavonoid          |
| 6.44     | 187.0976 | C <sub>9</sub> H <sub>15</sub> O <sub>4</sub> <sup>-</sup>   | Azelaic acid                               | Dicarboxylic acid  |

Hasil analisis LC-MS terhadap ekstrak etanol cangkang *Plukenetia volubilis*, teridentifikasi beberapa senyawa fenolik dan flavonoid yang berperan penting dalam potensi farmakologis tanaman ini, khususnya terkait dengan aktivitas antioksidan dan antidiabetik.

Salah satu senyawa yang terdeteksi adalah sinapinic acid dengan waktu retensi 5,01 menit dan nilai  $m/z$  sebesar 223,0607. Senyawa ini merupakan turunan dari asam sinamat yang secara luas dikenal karena aktivitas antioksidannya. Lebih dari itu, sinapinic acid telah dilaporkan memiliki efek antihiperglikemik yang signifikan di mana pemberiannya pada tikus diabetes yang diinduksi streptozotosin (STZ) mampu menurunkan kadar glukosa darah melalui mekanisme peningkatan ekspresi GLUT4 serta aktivasi jalur pensinyalan fosfolipase–protein kinase C (PKC), yang secara kolektif berkontribusi terhadap peningkatan pengambilan glukosa oleh jaringan perifer.

Senyawa lain yang juga ditemukan adalah 1-o-sinapoylglucose, yang terdeteksi pada waktu retensi 4,31 menit. Senyawa ini merupakan bentuk konjugasi dari sinapinic acid dengan molekul glukosa, dan meskipun data aktivitas biologis spesifiknya masih terbatas, struktur dasarnya yang menyerupai sinapinic acid menunjukkan adanya potensi aktivitas serupa, termasuk sebagai antioksidan dan agen penurun glukosa darah. Selain itu, analisis juga menunjukkan keberadaan beberapa flavonoid, termasuk 5,7-dihydroxy-3',4',5'-trimethoxyflavanone serta dua senyawa flavonoid lainnya dengan struktur inti kromon yang mengalami substitusi gugus metoksi. Struktur tersebut diketahui berkontribusi terhadap peningkatan stabilitas molekul dan efektivitas aktivitas antioksidan. Literatur sebelumnya, seperti yang dilaporkan oleh Goyal et al. (2022) dan Wang et al. (2018), menunjukkan bahwa flavonoid dengan substitusi metoksi memiliki kapasitas yang lebih tinggi dalam menangkap radikal bebas dan menghambat proses oksidatif yang terkait dengan komplikasi metabolik, termasuk diabetes.

Selain golongan fenolik dan flavonoid, senyawa dari kelompok asam dikarboksilat yaitu azelaic acid juga terdeteksi dalam ekstrak ini, dengan waktu retensi sebesar 6,44 menit dan nilai  $m/z$  187,0976. Azelaic acid merupakan senyawa bioaktif yang memiliki peran penting dalam regulasi metabolisme karbohidrat. Senyawa ini diketahui dapat meningkatkan aktivitas enzim-enzim utama dalam jalur glikolisis dan pentosa fosfat, seperti heksokinase dan glukosa-6-fosfat dehidrogenase (G6PD), serta secara bersamaan menurunkan aktivitas enzim glukoneogenik seperti glukosa-6-fosfatase dan fruktosa-1,6-bisfosfatase. Perubahan aktivitas enzimatik ini mendukung peningkatan kandungan glikogen dalam hati dan pemulihan kadar glukosa darah ke nilai normal pada model tikus diabetes tipe 2, sehingga memperkuat argumen bahwa azelaic acid berperan sebagai senyawa antidiabetik yang potensial.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Hasil skrining menunjukkan bahwa ekstrak tersebut mengandung senyawa alkaloid, flavonoid, tanin, terpenoid, saponin, dan glikosida. Temuan ini mengindikasikan potensi farmakologis dari bagian tanaman yang selama ini dianggap limbah, khususnya sebagai sumber bahan aktif alami. Hasil analisis LC-MS mengungkap adanya senyawa fenolik seperti sinapinic acid dan 1-o-sinapoylglucose, flavonoid metoksilat, serta asam dikarboksilat seperti azelaic acid. Beberapa dari senyawa ini diketahui memiliki aktivitas antioksidan dan antidiabetik yang signifikan, sesuai dengan laporan dalam literatur ilmiah. Dengan demikian, ekstrak cangkang sachinchi tidak hanya menjanjikan sebagai bahan baku industri pangan dan obat alami, tetapi juga sebagai alternatif pemanfaatan limbah pertanian bernilai tinggi.

### Saran

Sebaiknya dieksplorasi lebih lanjut terhadap aktivitas biologis dan potensi pengembangan ekstrak cangkang sachinchi dalam aplikasi terapeutik, terutama dalam pengelolaan penyakit metabolik seperti diabetes melitus.

## DAFTAR REFERENSI

- Abuelizz, H. A., Anouar, E. H., Ahmad, R., Nor Azman, N. I. I., Marzouk, M., & Al-Salahi, R. (2019). Triazoloquinazolines as a new class of potent  $\alpha$ -glucosidase inhibitors: In vitro evaluation and docking study. *PLoS ONE*, 14(8), 1–13. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0220379>
- Arifin, B., & Ibrahim, S. (2018). Struktur, Bioaktivitas Dan Antioksidan Flavonoid. *Jurnal Zarah*, 6(1), 21–29. <https://doi.org/10.31629/zarah.v6i1.313>
- Azizah, Z., Misfadhila, S., & Oktoviani, T. S. (2019). Skrining Fitokimia dan Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metanol Bubuk Kopi Olahan Tradisional Sungai Penuh-Kerinci dan Teh Kayu Aro Menggunakan Metode DPPH ( 1 , 1-Difenil-2-Pikrilhidrazil ). *Jurnal Farmasi Higea*, 11(2), 105–112.
- Cahyani, N. P. S. E., Susiarni, J., Dewi, K. C. S., Melyandari, N. L. P., Putra, K. W. A., & Swastini, D. A. (2019). Karakteristik Dan Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol 70% Batang Kepuh (*Sterculia foetida* L.). *Jurnal Kimia*, 13(1), 22. <https://doi.org/10.24843/jchem.2019.v13.i01.p04>
- Chirinos, R., Necochea, O., Pedreschi, R., & Campos, D. (2016). Kadar air kulit biji setara dengan 8,4%. Sachinchi (*Plukenetia volubilis* L.) shell: An alternative source of phenolic compounds and antioxidants. *International Journal of Food Science and Technology*, 51(4), 986–993. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13049>
- Goyal, A., Tanwar, B., Kumar Sihag, M., & Sharma, V. (2022). Sachinchi (*Plukenetia volubilis* L.): An emerging source of nutrients, omega-3 fatty acid and phytochemicals.

*Food Chemistry*, 373, 131459. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131459>

- Iskandar, D. (2020). Aplikasi Uji Skrining Fitokimia Terhadap Daun Uncaria Tomentosa Sebagai Bahan Utama Dalam Pembuatan Teh. *Jurnal Teknologi Technoscientia*, 12(2), 153–158.
- Julianto, T. S. (2019). Fitokimia Tinjauan Metabolit Sekunder dan Skrining fitokimia. In *Jakarta penerbit buku kedokteran EGC* (Vol. 53, Issue 9).
- Kurang, R. Y. (2020). Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etil Asetat Daun Kelor (*Moringa Oleifera* L.). *Journal of Pharmaceutical Care Anwar Medika*, 3(1), 13–21. <https://doi.org/10.36932/jpcam.v3i1.53>
- Lemus-Conejo, A., Villanueva-Lazo, A., Martin, M. E., Millan, F., & Millan-Linares, M. C. (2024). Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) Protein Hydrolysate as a New Ingredient of Functional Foods. *Foods*, 13(13), 1–23. <https://doi.org/10.3390/foods13132045>
- Maya, I., Winardi, D. O., Amalia, E., Mita, S. R., Kusumawulan, C. K., Putriana, N. A., & Sriwidodo, S. (2023). Physicochemical Characteristics, Fatty Acid Profile, and In Vitro Antioxidant Activity Evaluation of Sacha Inchi Seed Oil from Indonesia. *Cosmetics*, 10(6). <https://doi.org/10.3390/cosmetics10060171>
- Musfiroh, E. N., Arrizqi, F. I., Ismayfatin, H., Fikayuniar, L., Saputra, M. Y. K. A., Audia, W. A., & Muthaqimah, Y. V. (2023). Uji Perbandingan Skrinning Fitokimia Metode Tabung Pada Daun Kelor (*Moringa Oleifera* L.). *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 9(15), 127–135. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8206885>
- Puspa, O. E., Syahbanu, I., & Wibowo, M. A. (2017). *UJI FITOKIMIA DAN TOKSISITAS MINYAK ATSIRI DAUN PALA ( Myristica fragans Houtt ) DARI PULAU LEMUKUTAN*. 6(2), 1–6.
- Raharjo, H. T., & Anggraini, D. I. (2023). EFEKTIVITAS EKSTRAK ETANOL TEMPE KORO BENGUK (*Mucuna pruriens* L.) SEBAGAI CHELATING AGENT LOGAM BERAT KADMIUM. *Cendekia Eksakta*, 8(1). <https://doi.org/10.31942/ce.v8i1.8258>
- Ramadhan, M. F., Supriani, Sari, W. Y., Khotimah, K., & Setyaningsih, M. (2024). Uji Fitokimia Ekstrak Etanol 96% Dan Fraksi Air, Fraksi Kloroform Serta Fraksi N-Hexana Rimpang Kunyit (*Curcuma Longa* L.). *Jurnal Farmasetis Volume*, 13(2), 71–78.
- Robby, O., Fransisca, G., & Tunik, S. (2022). DOI: <http://dx.doi.org/10.33846/sf13231> Pengaruh Variasi Konsentrasi Ekstrak Daun Kelor (. *Pengaruh Variasi Konsentrasi Ekstrak Daun Kelor (Moringa Oleifera Lamk) Terhadap Efek Antiinflamasi Sediaan Emulgel*, 13(April), 444–452.
- Sanjaya, A. N., Harahap, U., & Dalimunthe, A. (2022). Efektivitas Ekstrak Etanol Tempe Koro Benguk (*Mucuna Pruriens* L.) Sebagai Chelating Agent Logam Berat Kadmium. *International Journal of Science, Technology & Management*, 3(6), 1520–1526. <https://doi.org/10.46729/ijstm.v3i6.630>
- Sari, N. M., Aryani, F., Wartomo, W., Paurru, P., Lumbanraja, G. P., Astuti, R. P., & Rudito, R. (2024). Potensi pemanfaatan tumbuhan invasif daun sach a inchi (*Plukenetia volubilis*) sebagai antioksidan. *ULIN: Jurnal Hutan Tropis*, 8(1), 61.

<https://doi.org/10.32522/ujht.v8i1.13203>

- Simbolon, R. A., Halimatussakdiah, H., & Amna, U. (2021). Uji Kandungan Senyawa Metabolit Sekunder pada Ekstrak Daun Jambu Biji (*Psidium guajava* L var. *Pomifera*) dari Kota Langsa, Aceh. *QUIMICA: Jurnal Kimia Sains Dan Terapan*, 3(1), 12–18. <https://doi.org/10.33059/jq.v3i1.3493>
- Suleman, I. F., Sulistijowati, R., Manteu, S. H., & Nento, W. R. (2022). Identifikasi Senyawa Saponin Dan Antioksidan Ekstrak Daun Lamun (*Thalassia hemprichii*). *Jambura Fish Processing Journal*, 4(2), 94–102. <https://doi.org/10.37905/jfpj.v4i2.15213>
- Sumartono, E., Mujiono, M., Moulina, M. A., Arif, H. M., Yulihartika, R. D., & Suparti, Y. (2024). Budidaya dan Pemanfaatan Kacang Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo). *AKM: Aksi Kepada Masyarakat*, 5(1), 1–16. <https://doi.org/10.36908/akm.v5i1.961>
- Utami, W., Saragih, E. B., Andini, M., & Sunarsih, E. S. (2023). Studi In Vivo Ekstrak Etanol Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa Bilimbi* L.) Terhadap Penurunan Kadar Glukosa Darah Dan Penyembuhan Luka Pada Hewan Model Diabetes. *Original Article MFF*, 27(3), 88–92. <https://doi.org/10.20956/mff.v27i3.28281>
- Wang, S., Zhu, F., & Kakuda, Y. (2018). Sacha inchi ( *Plukenetia volubilis* L.): Nutritional composition, biological activity, and uses. *Food Chemistry*, 265, 316–328. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.05.055>
- Yanti, S., Agrawal, D. C., Saputri, D. S., Lin, H.-Y., & Chien, W.-J. (2022). Nutritional Comparison of Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) Residue with Edible Seeds and Nuts in Taiwan: A Chromatographic and Spectroscopic Study. *International Journal of Food Science*, 2022, 1–14. <https://doi.org/10.1155/2022/9825551>
- Yanti, S., & Vera, Y. (2019). Skrining fitokimia ekstrak daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*). *Jurnal Kesehatan Ilmiah Indonesia (Indonesian Health Scientific Journal)*, 4(2), 41–46.
- Yunita, Irwan, A., & Nurmasari, R. (2019). Skrining Fitokimia Daun Tumbuhan Katimaha (*Kleinhovia hospital* L.). *Sains Dan Terapan Kimia*, 3(2), 112–123. <https://ppjp.ulm.ac.id/journal/index.php/>